

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-258787

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl.

G10L 7/02

G10L 9/08

H04M 1/00

(21)Application number : 08-089926

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 21.03.1996

(72)Inventor : WATANABE OSAMU

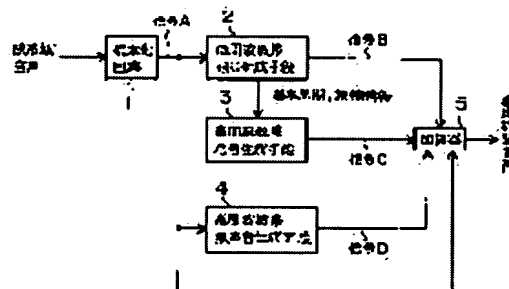
SUZUKI SEISHI

(54) FREQUENCY BAND EXPANDING CIRCUIT FOR NARROW BAND VOICE SIGNAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the voice quality of a narrow band voice signal received through a telephone line limited in a band, particularly expand a frequency band characteristic so as to be close to sound source on the transmitting side.

SOLUTION: A narrow band signal A obtained by sampling an input signal is inputted to a low frequency band signal generating means 2. An auto-correlation function is computed to obtain a cycle T and amplitude information from the maximum amplitude value, and LPF processing with lower limit frequency of a narrow band a cut-off frequency is applied to signals delivered every cycle T so as to obtain a low frequency signal B. Sound source waveform is generated from the above-mentioned cycle T and amplitude information, and HPF processing is applied to obtain a high frequency band signal C. These signals A, B, C and a voiceless sound high frequency component signal D are added to obtain a wide band voice signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3243174

[Date of registration]

19.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-258787

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L	7/02		G 1 0 L 7/02	D
	9/08		9/08	B
H 0 4 M	1/00		H 0 4 M 1/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-89926

(22) 出願日 平成8年(1996)3月21日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 渡辺 治

東京都港区虎ノ門二丁目3番13号 国際電気株式会社内

(72) 発明者 鈴木 誠史

東京都府中市栄町二丁目15番19号

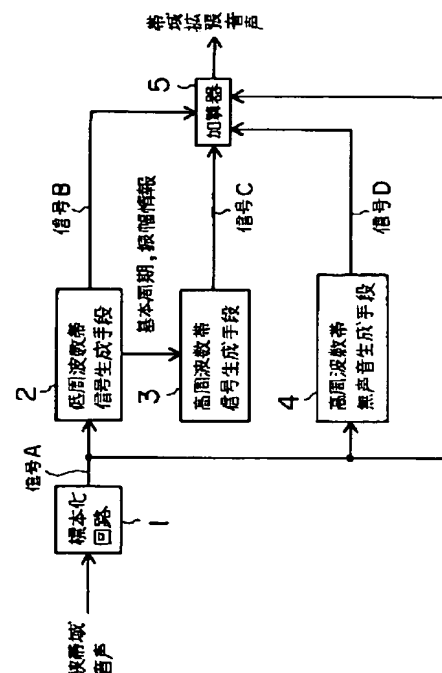
(74) 代理人 弁理士 大塚 学

(54) 【発明の名称】 狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路

(57) 【要約】

【課題】帯域が制限された電話回線を介して受信した狭帯域音声信号の音声品質の改善を図る。特に、周波数帯域特性を拡張して送信側音源に近くなるようにする。

【解決手段】受信信号を標準化した狭帯域信号Aを低周波帯信号生成手段2に入力し、自己相関関数を計算しその最大振幅値から周期Tと振幅情報を求め、周期T毎に切出した信号に、狭帯域の下限周波数を遮断周波数とするLPF処理を施して低周波数の信号Bを得る。上記の周期Tと振幅情報から音源波形を生成し、HPF処理を施して高周波帯の信号Cを得る。これらの信号A、B、Cと無声音の高周波成分信号Dを加算することにより広帯域の音声信号が得られるように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下限の周波数と上限の周波数によって帯域幅が制限された狭帯域音声信号を入力とし、拡張しようとする周波数帯域の最高周波数の 2 倍以上の標準化周波数で標準化した信号 A を出力する標準化回路と、該標準化回路から出力される前記信号 A の振幅を平方根特性で圧縮し、自己相関関数を計算し、その自己相関関数波形からその周期 T を決定し、該自己相関関数波形から該周期 T に相当する波形信号を切り出し、次に該周期 T だけシフトして自己相関関数波形を計算し、周期の決定、波形の切り出しを行い、この動作を反復して自己相関関数波形の 1 周期の波形が連続した波形信号を求め、この波形信号を前記下限周波数を遮断周波数とする低域通過フィルタで処理することにより前記下限周波数より低い周波数帯域の信号 B を出力する低周波数帯信号生成手段と、該信号 B と前記信号 A を加算したのちアナログ信号に変換する D/A 変換手段とを備えて、前記狭帯域音声信号に前記下限周波数より低い周波数帯域信号が加えられた音声信号が再生できるように構成されたことを特徴とする狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路。

【請求項 2】 前記低周波数帯信号生成手段で得られた前記周期 T と自己相関関数の振幅情報とから、該自己相関関数の振幅最大値に比例した振幅を有する音声音源波形を生成し、該音声音源波形を前記上限周波数を遮断周波数とする高域通過フィルタで処理することにより前記上限周波数より高い周波数帯域の信号 C を出力する高周波数帯信号生成手段と、該信号 C と、前記信号 B と前記信号 A を加算したのちアナログ信号に変換する D/A 変換手段とを備えて、前記狭帯域音声信号に前記下限周波数より低い周波数帯域信号と前記上限周波数より高い周波数帯域信号とが加えられた音声信号が再生できるように構成されたことを特徴とする請求項 1 記載の狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路。

【請求項 3】 前記標準化回路から出力される前記信号 A の無声音区間の信号を半波整流したのち、前記上限周波数を遮断周波数とする高域通過フィルタで処理することにより前記上限周波数より高い周波数帯域の無声音の信号 D を出力する高周波数帯無声音生成手段と、該信号 D と、前記信号 C と前記信号 B と前記信号 A を加算したのちアナログ信号に変換する D/A 変換手段とを備えて、前記狭帯域音声信号に、前記下限周波数より低い周波数帯域信号と、前記上限周波数より高い周波数帯域の無声音が加えられた音声信号が再生できるように構成されたことを特徴とする請求項 2 記載の狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路。

【請求項 4】 下限の周波数と上限の周波数によって帯域幅が制限された狭帯域音声信号を入力とし、拡張しようとする周波数帯域の最高周波数の 2 倍以上の標準化周波数で標準化した信号 A を出力する標準化回路と、該標準化回路から出力される前記信号 A の振幅を平方根特性で圧縮して出力する平方根特性圧縮部と、与えられる周期 T 毎に前記平方根特性圧縮部の出力の相関関数を求める相関関数計算部と、該相関関数計算部の出力から周期 T を検出して前記相関関数計算部の入力に与えるとともに出力する周期検出部と、前記周期 T 毎に入力される前記相関関数計算部の出力を連続して出力させる周期波形接続部と、該周期波形接続部の出力のレベルを調整する第 1 の利得調整部と、該第 1 の利得調整部の出力の中の前記下限周波数より低い周波数帯域の信号を通過させて該下限周波数より低い周波数帯域の信号 B を出力する低域通過フィルタと、前記相関関数計算部から出力される相関関数の振幅値と前記周期検出部から出力される周期 T とから音源波形を生成して出力する高調波発生部と、該高調波発生部の出力のレベルを調整する第 2 の利得調整部と、前記標準化回路から出力される前記信号 A の無声音区間の信号を半波整流する半波整流器と、該半波整流器の出力のレベルを調整する第 3 の利得調整器と、前記第 2 の利得調整部と前記第 3 の利得調整器の出力を加算する第 1 の加算回路と、該第 1 の加算回路の出力の中の前記上限周波数より高い周波数帯域の信号を通過させて該上限周波数より高い周波数帯域の有声音の信号 C と無声音の信号 D とを出力する高域通過フィルタと、前記信号 B と前記信号 C と前記信号 D と、これらの信号との遅延時間の整合を行った前記信号 A とを加算する第 2 の加算器と、該第 2 の加算器の出力をアナログ変換して周波数帯域が拡張された音声信号を出力する D/A 変換器とが備えられたことを特徴とする狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電話回線によって周波数帯域が制限された音声周波数信号（以下、音楽やその他の音響的信号を含む）の再生に際して、除かれていた低周波信号と高周波信号をそれぞれ擬似的に合成して生成し、原音声周波数信号と合わせて再生することにより、周波数帯域が制限されない本来の音声と同様の、豊かで自然性の高い音声信号を、聴く人に提供する狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電話回線で伝送された音声信号は、市内回線の場合を除いては、周波数帯域が 300Hz から 3.4kHz の範囲に制限されている。これは、かつて、送話器、受話器や伝送路の周波数特性が広くとれな

かったことと、言語としての了解性はこの周波数帯域で確保できることによる。また、長距離の伝送に際しては多重化が行われているが、かつてのアナログ伝送では、SSB（単側波帯）変調方式で音声帯域の信号を高周波帯に平行移動（変換）していた。このとき、一定の性質を保って多くの通話チャネルを確保するために、各チャネルの周波数帯域を上記のように制限することが行われた。現在では、音声信号は標本化周波数 8 kHz でデジタル化され、PCM（パルス符号変調）で伝送されている。この標本化周波数は 3.4 kHz までの帯域の周波数の信号を伝送すべく定められたものである。

【0003】一方、ネットワークを通じての情報伝達は拡大の一路をたどり、また、マルチメディアの情報伝達において、文字や画像だけでなく、音声に対してもニーズが増えつつある。ただ、情報伝送のビットレートを節減するために、音声の品質は電話並に抑えられていることが多い。一方、低ビットレート方式として種々のビットレートで、数多くの符号化方式（CODEC）が開発され、一部は移動体電話で実用に供されている。しかし、この方式を利用するためには、送信側と受信側で同じ CODEC を用いなければならない。これは、CODEC の方式に関する技術が開発途上で、標準化されておらず、また、ビットレートも多岐にわたるため実用的ではない。

【0004】ところで、この電話帯域の音声は、音声の了解性は確保されるものの、自然性、個人性や音としての豊かさに欠けるものである。特に、300 Hz 以下の低周波数帯は、男の声の基本周波数や第 2 高調波などが存在する帯域である。この欠如は、音声としての豊かさ、特にふくらみ、柔らかさに影響を与える。一方、3.4 kHz 以上の高い周波数成分がないことは、音としてのきめ細かさや、広がり不足を感じさせる。また、電話では個人の認識がかなり難しくなり、人違いを起こすこともよく経験することである。

【0005】なお、聴覚に障害のある人や高齢者にとっては、低い周波数成分の存在が、音声や音の認識に有効な場合が多いが、電話の再生音には低い周波数成分がないため、その能力に不満があると言われる。

【0006】以上のような電話音声に対する不満に対して、受信側で電話音声の周波数帯域を広げ、AM 放送程度の品質を確保しようとする研究が始められている。例えば、帯域の広い音声と電話音声を波形レベルで対応させた辞書を作り、電話音声の周波数スペクトルを認識して、これから広帯域の周波数スペクトルをもつ音声波形に置き換える方式や、8 kHz で標本化した電話音声の、4 kHz から 8 kHz の周波数帯の成分（周波数スペクトルは反転している）を取り出して加える方式が提案されている。この場合の動作は確実であるが、高周波数帯では有声音の調波構造は崩れている。また、300 Hz 以下の周波数帯に関しては、低域フィルタによって

減衰しているとして、単に増幅する方式も提案されている。しかし、この方法は本質的な解決法ではなく、しかも雑音成分を強調しているという問題がある。その他幾つかの方式が提案されているが、まだ決定的な方式はない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述のごとく、電話音声などの狭帯域音声は、自然性や個人性に欠け、音としての豊かさ、あるいはきめ細かさや広がりも乏しい。これは 300 Hz 以下の低い周波数成分が存在しないこと、3.4 kHz 以上の高い周波数成分がないことによる。また、個人性にも欠け、話者の認識に間違いを起こすこともある。なお、高い周波数の音が聞こえなくなった難聴の人に対して、低い周波数成分の欠如は了解性についても影響していると言われている。

【0008】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、伝送された狭帯域音声信号から生成した低周波数成分の信号と高周波数成分の信号を、伝送された信号とともに同時に提示することにより、広帯域の信号と同様の、豊かな、臨場感のある音として聴くことができる狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる、狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路の基本構成を図 1 に示す。図において、1 はアナログ狭帯域音声信号をデジタル信号に変換するための標本化回路である。2 は標本化回路 1 の出力信号 A から低周波数帯の信号 B を生成する手段、3 は低周波数帯信号生成手段 2 で得られる基本周期と振幅情報から高周波数帯の信号 C を生成する手段、4 は無声音の高周波数帯の信号 D を生成する手段、5 はこれらの信号を加算する加算器である。

【0010】本発明の狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路は、電話音声や、電話音声と同様に低周波数帯、高周波数帯が制限された周波数帯域の狭い音声信号（信号 A）から、低周波数帯信号生成手段 2 によって自己相関関数を計算し、有声音に対してはその 1 周期の波形を順次接続して低周波数帯の信号（信号 B）を生成する。また、自己相関関数から検出される基本周期と振幅の情報から、高周波数帯信号生成手段 3 によって基本周期の高調波からなる波形を生成して、高周波数帯の信号（信号 C）を生成する。さらに、無声音に対しては高周波数帯無声音生成手段 4 によって信号 A を半波整流した波形の高周波数帯の信号（信号 D）を生成する。信号 A～C、または信号 A～D を加算器 5 で加え合わせることで、周波数帯域を拡張した豊かで臨場感のある音声信号を再生するように構成したことを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の原理と基本構成を図を用

いて説明する。図2は本発明における波形処理の例、図3～図5は本発明の処理過程の音声スペクトルの例である。この発明においては、デジタル信号処理により処理を行う。電話音声の周波数帯域は300Hz～3.4kHzであり、PCMでは8kHzの標準化周波数が用いられているが、周波数帯域を拡大するため、標準化周波数SFは、拡大する周波数帯域の2倍以上に設定する。例えば、最高周波数を7kHzとするときには、SFは14kHz以上でなければならないが、例えば16kHzに設定すればよい。また、PCMのように音声帯域を制限したデジタル伝送系では、内挿補間により標準化周波数を増す。なお、狭帯域音声の最低周波数をFL、最高周波数をFHとする。電話音声ではFL=30

$$r(j) = \sum_{i=1}^N s(i) \cdot s(i+j)$$

【0014】ここで、Nは積分区間に対応する積和の点数であり、20ミリ秒程度の標本に対応すればよい。また、Mは音声の最低の基本周期をカバーする範囲でよい。

【0015】次に、波形23からその最大値RTを求め、これに対応する時間軸の値（標本値）から基本周期Tを決定する。この自己相関関数からの基本周期決定の手法は、ピッチ抽出法として広く利用されているものである。

【0016】次に、波形23から1周期Tの波形を切り出す。例えば、自己相関波形が0の点、図2のr1からr2の波形を切り出してよい。さらに、s(i)の標本をTだけ移動し、自己相関関数を計算し、周期Tを求めて1周期の波形を出力する。この過程を反復して、1周期の自己相関関数の波形を次々と接続して出力する。この過程は「自己相関関数を利用する音声処理方式SPAC（電子情報通信学会誌、59A巻、426ページ、昭和51年）」、「音声処理方式（特許1045102号、昭和56年5月28日）」と目的は異なるが、基本的には同じである。

【0017】この図3(c)に示した出力波形33を遮断周波数がFLの低域通過フィルタLPFで処理して、FLより低い周波数成分の信号B(34)を得る。振幅レベルを調整してから、もとの狭帯域音声の信号31（信号A）と加え合わせて、狭帯域音声に低周波数成分を加えた信号35を得る（図3(d)）。これはデジタル信号なので、D/A変換器でアナログ信号に変換して利用する。

【0018】通常、波形の自己相関関数を計算したとき、自己相関関数の周波数成分はもとの波形の周波数成分と同じである。狭帯域音声の波形を対象に、自己相関関数を計算したとき、これにはFL以下の成分は含まれない。しかしここでは、予め非直線処理である平方根特性の振幅圧縮を行っているため、高周波成分の差の周波数成分を生じている。従って、自己相関関数にも基本周

0Hz、FH=3.4kHzである。

【0012】(1) 低周波数成分の生成

低周波数帯の信号Bを生成する過程を図2、図3で説明する。標準化した波形信号Aを図2の21としa(i)とする。また、その周波数スペクトルを図3(a)の31とする。この信号21の振幅値を平方根(√)特性で圧縮して波形信号22のs(i)を得る。その周波数スペクトルを図3(b)の32とする。信号22に関して、ある標本点（時刻）を原点に、次式で自己相関関数r(j)を計算する。これを23とし、その周波数スペクトルを図3(c)の33とする。

【0013】

【数1】

$$j = 0, 1, 2, \dots, M$$

波数成分とその高調波成分が生じ、LPFによる処理でこれらを取り出すことができる。

【0019】(2) 高調波成分の生成

上記(1)の処理によっても高調波成分は生成できるが、高い周波数帯では十分な振幅レベルが得られない。そこで、自己相関関数の計算で得られた周期Tと、j=0の振幅値のR0とから、周期Tで、振幅値がR0に比例する音源波形を生成する。この波形は音声合成で使用する公知の音源波形で差し支えない。このような音源波形の周波数スペクトルを図4の上の段の41に示す。音源波形の周波数スペクトルは、オクターブあたり、-12dBから-18dBで高い周波数が減衰する。これが有声音の周波数特性を支配している。この音源波形を遮断周波数FHの高域通過フィルタHPFで処理すると、FHより高い周波数帯の周波数スペクトルの信号42

（信号C）が得られる。これが、擬似的な音声の高域の信号である。この高周波帯の信号42を、狭帯域音声信号31、低周波成分の信号34と加え合わせると、広帯域の音声信号43が得られる。

【0020】音声には、音響管である声道の共振があり、周波数スペクトル上ではホルマントとして観測される。高周波帯信号42にはホルマントは存在しないが、この周波数帯の音声レベルは低い周波数帯に比較して低く、ホルマントの存在は必ずしも知覚されない。また、ホルマントの周波数は、音素や発声の仕方の変動するために、音声のマクロな性質を持っている42のような高周波帯信号で、音声のきめ細かさや豊かさを与えることができる。

【0021】(3) 高周波（無声音）成分の生成

ある波形の信号の半波整流を行うと、非直線処理であるため、本来の波形の周波数成分の差の成分を生じ、広帯域の信号を得ることができる。ただ、この方式は、雑音成分が多く含まれるため有声音の処理には適さないが、無声音の広帯域化には利用することができる。高周波成分（無声音）の処理過程の周波数スペクトルを図5に示

す。狭帯域の無声音の周波数スペクトルを (a) の 51 とする。半波整流の結果、(b) のように周波数帯域の広がった周波数スペクトル 52 が得られる。ここで、F H より高い周波数成分 (信号 D) を 53 とすると、遮断周波数 F H の H P F で取り出すことができる。H P F で取り出した 53 と、狭帯域音声の信号 51 とを加えると無声音の広帯域信号 54 が得られる。

【0022】なお、相関波形では $j = 0$ の点の振幅 (図 2 の R 0) が、処理波形のパワーを表し、完全周期波のときは j が周期 T のときの振幅値 (図 2 の R T) もこれと等しい。逆にランダム雑音のときは、顕著なピークは時間軸上には認められない。すなわち、R T の値が小さくなる。従って、音声の有声・無声の弁別が R T / R 0 から容易にできる。また、高調波成分 (有声音) と高周波成分 (無声音) の混合比を、R T / R 0 で定めることができる。

【0023】

【実施例】図 6 は本発明の狭帯域音声信号の周波数帯域拡張回路の実施例を示すブロック図である。狭帯域音声としては、電話音声のように、周波数帯域が制限された

【0024】入力する狭帯域音声信号がアナログ信号のときは、標本化回路 61 で標本化周波数 S F により A / D 変換し、デジタル信号 (信号 A) に変換する。S F は標本化定理により、拡大する周波数帯域の 2 倍以上に設定する。例えば、拡張周波数帯域の最高周波数を 7 k H z とするときには、S F は 14 k H z 以上でなければならない。また、入力する狭帯域音声信号が P C M のようなデジタル信号のときは、内挿補間により標本化周波数を S F とする。

【0025】まず、低周波数帯信号生成手段について説明する。標本化信号 21 (信号 A) は、 $\sqrt{\quad}$ 特性圧縮部 62 で正負の振幅値が、それぞれ平方根特性で圧縮されて信号 22 となる。この波形信号 22 は、自己相関計算部 63 に入力され、自己相関関数 23 が計算される。自己相関関数 23 は、周期検出部 64 に送られ、自己相関関数の最大値を手がかりにして周期 T が決定される。自己相関関数 23 と周期 T は、周期波形接続部 65 に送られ、1 周期の相関波形が切り出されて利得調整器 3 (71) に送られる。T の情報により、 $\sqrt{\quad}$ 特性圧縮部 62 の出力波形は T だけシフトして相関関数計算部 63 に送られ、次の自己相関関数の計算が行われる。この動作は次々と反復される。利得調整器 3 (71) は、利得制御部 70 からの制御信号に従って周波数波形接続部 65 の出力のレベルを調整して信号 33 (図 3 (c)) を出力する。L P F 74 はこの信号 33 の F L 以下の低い周波数成分 (34) (信号 B) を抽出して加算回路 2 (76) に入力する。

【0026】次に、高周波数帯信号生成手段について説明する。周期検出部 64 で得られた周期 T と、相関関数

計算部 63 で得られた R 0 により、高調波発生部 66 は音源波形を生成する。音源波形は利得調整器 2 (69) に送られる。これが、F H よりも高い周波数帯の有声音成分 (信号 C) となる。

【0027】次に、高周波数帯の無声音信号の生成手段について説明する。標本化回路 61 の出力である標本化信号 21 の無声音 (51) は、半波整流器 67 に加えられ、その出力 (52) は、利得調整器 1 (68) に加えられる。

【0028】相関関数計算部 63 の出力 23 は、利得制御部 70 に加えられる。利得制御部 70 は、自己相関関数の $j = 0$ の値である R 0 と、最大値の値である R T の比により、3 つの利得調整器 68, 69, 71 を制御する。例えば、有声音の時、比が 1 に近いときは、利得制御器 69, 71 の出力は大きく、比が小さいときは利得調整器 68 の出力を大きく、他は小さくする。これらの制御のルールは実験的に定められる。

【0029】利得調整器 68 と 69 の出力は、加算回路 1 (72) で加えられた後、遮断周波数が F H の H P F で処理され、加算回路 2 (76) に送られる。一方、利得制御器 71 の出力は、前述のように遮断周波数が F L の L P F で処理された後、加算回路 76 に加えられる。また、標本化回路 61 の出力である狭帯域音声信号は、遅延回路 75 で他の信号との遅延時間の整合を行った後、加算回路 76 に加えられる。各信号を加算した加算回路 76 の出力信号は D / A 変換器 77 に送られ、帯域が拡張されたアナログ波形信号に変換される。この波形信号が、本発明の回路で得られる帯域拡張音声信号である。なお、D / A 変換器 77 には所要の L P F が備えられているものとする。

【0030】図 6 の実施例は、図 1 で示した本発明の回路の詳細な具体例である。ただし、F H より高い周波数成分の生成は、必ずしも基本周期からの高調波の生成による信号 C と、半波整流による高周波成分の生成による信号 D の双方が必要なわけではなく、いずれか一方でも差し支えない。

【0031】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、電話音声のように帯域の制限された音声信号から、欠けていた低域の基本周波数成分やその高調波成分、また高い周波数帯の成分を擬似的に生成して、帯域拡張音声を得ることができ、電話や無線通信の音声、あるいは帯域が制限されたデジタル音声信号を、豊かで臨場感があり、個人性も回復した音声として聴くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の基本構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の狭帯域音声信号の自己相関関数処理を説明するための波形図である。

【図 3】本発明の低い周波数帯域拡大を説明するための周波数スペクトルの図である。

【図 4】本発明の高い周波数帯域拡大と低い周波数帯域拡大を説明するための周波数スペクトルの図である。

【図 5】本発明の無声音の高周波数成分の再生を説明するための周波数スペクトルの図である。

【図 6】本発明の具体的実施例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 標本化回路

2 低周波数帯信号生成手段

3 高周波数帯信号生成手段

4 高周波数帯無声音生成手段

5 加算器

21, 22, 23 波形

31, 32, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 5

1, 52, 53, 54 周波数スペクトル

61 標本化回路

62 $\sqrt{\quad}$ 特性圧縮部

63 相関関数計算部

64 周期検出部

65 周期波形接続部

66 高調波発生部

67 半波整流器

68, 69, 71 利得調整器

70 利得制御部

10 72, 76 加算回路

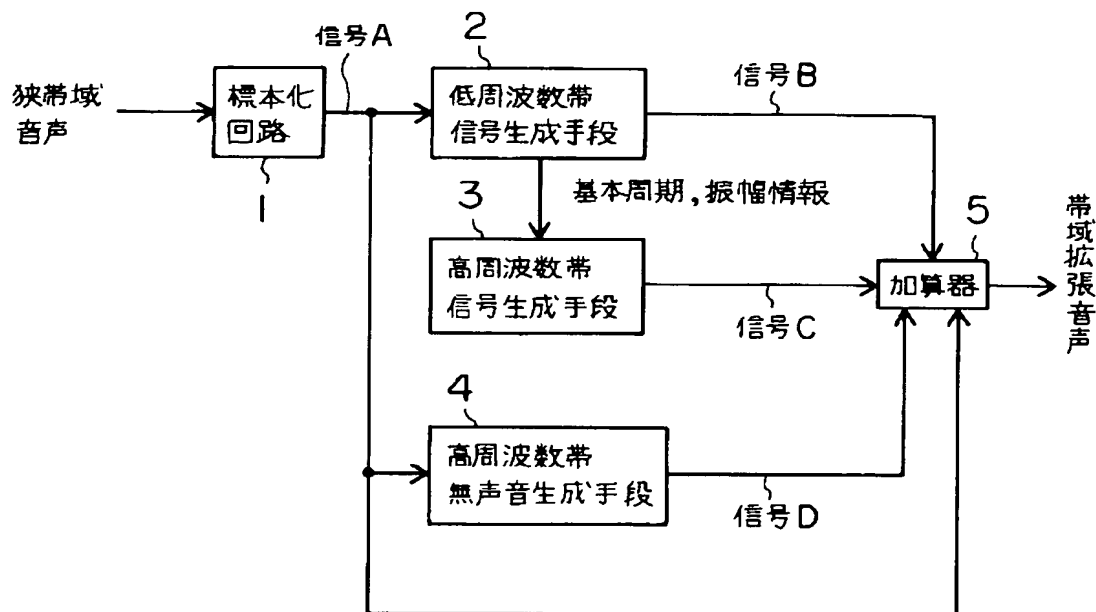
73 H P F

74 L P F

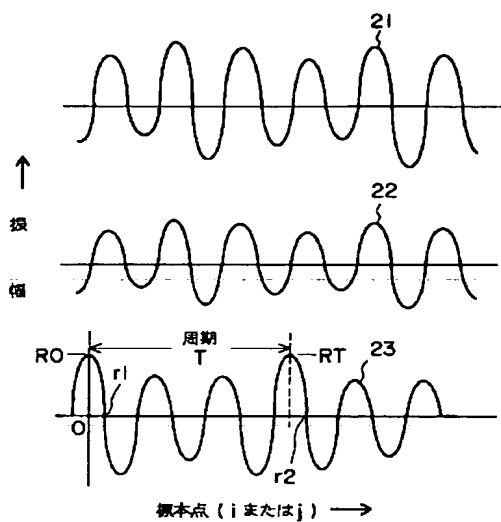
75 遅延回路

77 D/A変換器

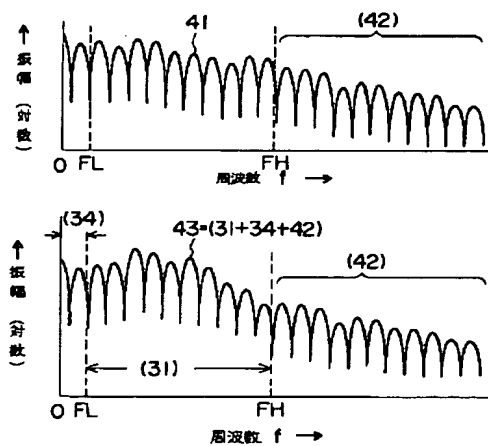
【図 1】



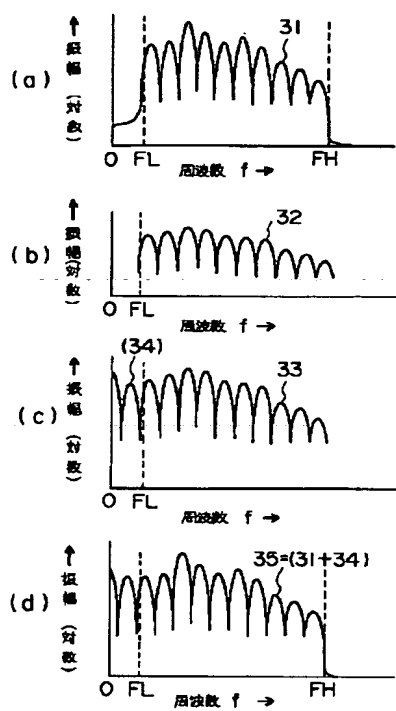
【図 2】



【図 4】



【図 3】



【図 5】

